

11.08.2003



REC'D 05 SEP 2003

WIPO PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 102 25 954.2

Anmeldetag: 11. Juni 2002

Anmelder/Inhaber: Schunk Kohlenstofftechnik GmbH,  
Heuchelheim/DE

Bezeichnung: Faserverbundbauteil

IPC: B 29 C 70/48

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 24. Juni 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

*Wehner*

Wehner

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

**BEST AVAILABLE COPY**

Schunk Kohlenstofftechnik GmbH  
Rodheimer Straße 59

35452 Heuchelheim

## Beschreibung

### 5 Faserverbundbauteil

Die Erfindung bezieht sich auf ein Faserverbundbauteil unter Verwendung einer beanspruchungsgerechte Faserablage aufweisenden TFP-Preform, die mit einem Monomeren 10 und/oder Polymeren versehen, gehärtet und pyrolysiert ist.

Ein entsprechendes Faserverbundbauteil ist der DE 199 57 906 A1 zu entnehmen. Bei dem bekannten Faserverbundbauteil handelt es sich im Wesentlichen um ein Gitter, das in den Kreuzungspunkten gleiche oder im Wesentlichen gleiche Materialstärke bzw. einen gleichen 15 oder im Wesentlichen gleichen Faservolumengehalt wie in den angrenzenden Abschnitten aufweist. Hierdurch ergibt sich der Vorteil, dass das Gitter über seine gesamte Fläche eine gleiche Stärke aufweist.

Aus dem Prospekt DE. Z.: „Beanspruchungsgerechte Preforms für Faserverbund- 20 Bauteile“, Institut für Polymerforschung Dresden e. V., März 1998, werden beanspruchungsgerechte Preformen für Faserverbundbauteile vorgeschlagen, die in Tailored Fiber Placement – Technologie (TFP-Technologie) herstellbar sind. Mit dieser Technologie können Verstärkungsfasern auf Texilhalbzeuge oder Folien in großer Mustervielfalt aufgelegt 25 werden. Durch mehrmaliges Übereinandernähen sind verschiedene Materialdicken möglich. Dabei sind tiefziehfähige und/oder 3D-verstärkende Preformen herstellbar.

In der DE 199 32 274 A1 wird ein Faserverbundwerkstoff und ein Verfahren zu seiner Herstellung beschrieben. Dabei enthält der Faserverbundwerkstoff eine duromere Matrix und Verstärkungsfasern, die in ihrer inneren Lage eine hohe Haftung und in ihren äußeren Lagen keine Haftung zu der duromeren Matrix aufweisen. Durch diese Maßnahmen ist die  
5 Möglichkeit gegeben, dass der äußere Bereich des Faserverbundwerkstoffs höhere Belastungen aufnehmen kann als der innere.

Um Faser-Kunststoff-Verbundwerkstoffe kontinuierlich und bauteil- bzw. prozessorientiert herzustellen, wird nach der DE 100 05 202 A1 vorgeschlagen, dass Faserbündel auf einer  
10 Legeeinheit abgelegt und durch beliebig orientierte Nähte fixiert werden.

Der vorliegenden Erfindung liegt das Problem zu Grunde, ein Faserverbundbauteil der eingangs genannten Art so weiterzubilden, dass dieses bei geringem herstellungstechnischem Aufwand die gewünschte belastungsgerichtete Strukturierung aufweist.  
15

Erfindungsgemäß wird das Problem im Wesentlichen dadurch gelöst, dass Bereiche der Preform in ihrem Faservolumen und/oder ihrer Faserdichte und/oder ihren Faserlängen voneinander abweichen. Insbesondere kann das Faserverbundbauteil aus einem Verbund aus zumindest einer Preform und einem pyrolysierbaren Gelege und/oder einem Gewebe  
20 und/oder Kurzfasern und/oder Filz und/oder Vlies bestehen, die in Kohlenstoff konvertierbar sind.

Um insbesondere bei einem als Reibelement ausgebildeten Faserverbundbauteil Reibkräfte aufnehmen zu können, wird vorgeschlagen, dass das Faserverbundbauteil so aufgebaut ist,  
25 das im Außenbereich Kurzfasern vorgesehen sind.

Zur Verwendung eines Faserverbundbauteils z. B. als Bremsscheibe oder Lüfter, insbesondere Hochtemperaturlüfter wie Axialgebläse oder Radiallüfter sieht eine Weiterbildung der Erfindung vor, dass die Preform mit integral ausgebildeten Öffnungen und/oder Kanälen versehen ist, die während der Verdichtung mit verlorenen oder nicht verlorenen Kernen stabilisiert bzw. in der gewünschten Form enthalten sind. Entsprechend ausgebildete Kanäle können z. B. bei Bremsscheiben als Kühlkanäle dienen.  
30

Auch kann das Faserverbundbauteil aus mehreren einteiligen Preformen zusammengesetzt sein, die miteinander vernäht sind.

- 5 Um eine dreidimensionale Verstärkung zu erzielen, können Verstärkungsfaser wie z. B. Kohlenstofffasern mit der Preform vernäht sein, wobei deren Anteil zwischen 1 % und 40 % der Gesamtfasern, insbesondere im Bereich zwischen 5 % und 20 % der Gesamtfasern beträgt.
- 10 Auch besteht die Möglichkeit, das Faserverbundbauteil aus ein oder mehreren Preformen herzustellen und/oder Rovings mit voneinander abweichender Fadenzahl zu verwenden. Auch können Rovings unterschiedlicher Längen- und/oder Flächenerstreckung benutzt werden.
- 15 Die erfindungsgemäßen Faserverbundbauteile sind insbesondere für Bremsscheiben, Bremsbelege, Reibbelege für Kupplungen, Kupplungsscheiben, Dicht- oder Gleitringe, Lüfter wie Hochtemperaturlüfter bzw. Axialgebläse und Radiallüfter bestimmt. Andere Einsatzmöglichkeiten sind gleichfalls gegeben.
- 20 Weitere Einzelheiten Vorteile und Merkmale der Erfindung ergeben sich nicht nur aus den Ansprüchen, den diesen zu entnehmenden Merkmalen, sondern auch aus der nachfolgenden Beschreibung von der Zeichnung zu entnehmenden Ausführungsbeispielen.

Es zeigen:

- 25 Fig. 1 eine Prinzipdarstellung einer für eine Kupplungsscheibe bestimmte Preform und
- Fig. 2 eine aus Preformen hergestellte 3D-Struktur bestimmt für ein Faser-verbundbauteil.

BEST AVAILABLE COPY

In den Fig. sind rein beispielhaft Preformen dargestellt, aus denen ein Faserverbundbauteil hergestellt wird. Hierzu wird die nachstehend näher zu erläuternde Preform in eine Form gebracht, unter Druck bei gleichzeitiger Wärmebehandlung ausgehärtet und sodann bei einer Temperatur von z. B. 500 °C bis 1450 °C, insbesondere im Bereich zwischen 900 °C und 1200 °C carbonisiert und gegebenenfalls sodann bei einer Temperatur zwischen 500 °C und 3000 °C, insbesondere im Bereich zwischen 1800 °C und 2500 °C graphitiert.

Die Preform selbst kann vor oder nach dem Einbringen mit einem Monomeren wie Harz oder Polymeren imprägniert werden. Anstelle und ergänzend zu den Monomeren bzw. 10 Polymeren können auch Polymerfasern zur Bildung der Matrix benutzt werden.

Die Preform selbst wird nach der Tailored-Fiber-Placement-Technologie (TFP-Technologie) hergestellt. Hierzu werden Fasern auf einem Grundmaterial wie textiles Halbzeug oder Folie aufgenäht, wobei im gewünschten Umfang die zu vernähenden Fasern 15 aus Verstärkungsfasern bestehen oder diese enthalten. Als Verstärkungsfasern kommen Roving-Stränge bzw. Faserbänder aus Natur-, Glas-, Aramid-, Kohlenstoff- oder Keramikfasern zum Einsatz, um nur beispielhaft einige zu nennen.

Damit der aus einer oder mehreren Preformen hergestellte Faserverbundkörper eine belastungsgerechte Phasenorientierung aufweist, können die Fasern bzw. Faserstränge, die zu 20 der Preform vernäht werden, gewünschte Orientierung aufweisen.

So ist bei einer Preform 10 gemäß Fig. 1 vorgesehen, dass Verstärkungsfasern radial (Fasern 12), evolventenförmig (Fasern 14) oder tangential (Fasern 16) verlaufen, wobei die 25 Grundstruktur der Preform 10 durch spiral- bzw. kreisförmig verlaufende Fasern 16 gebildet wird. Auch besteht die Möglichkeit, dass evolventenförmig verlaufende Fasern sich kreuzen (Bereich 20), um im gewünschten Umfang Faservolumengehalt bzw. Ablagedichte über der Preform 10 zu variieren, wodurch die gewünschte belastungsorientierte Ausbildung der Preform 10 sichergestellt wird.

30

Mittels der radial verlaufenden Fasern 12 können Fliehkräfte und mittels der tangential verlaufenden Fasern 16 Reibkräfte aufgenommen werden. Die evolventenförmig verlaufenden Fasern 14, 20 sind sowohl auf Flieh- als auch auf Reibkräfte ausgerichtet.

Zentral kann die Preform 10 mit zusätzlichen Verstärkungen ausgebildet sein, die durch

- 5 eine hohe Faserdichte bzw. einen hohen Faservolumengehalt ausbildbar ist. Auch können zusätzliche Stegstrukturen (Bereich 24) ausgebildet sein.

In Fig. 2 sind zwei Preformen 26, 28 über Stege 30, 32, 34 gewünschter Geometrie miteinander verbunden, wobei die Preform 26, 28 entsprechend den zuvor wiedergegebenen Er-

- 10 läuterungen bereichsweise in ihren Faservoluma, Faserdichten oder in den Längen der verwendeten Fasern variieren können, um belastungsspezifische Eigenschaften zu erzielen.

Die Stege 30, 32, 34 selbst sind gleichfalls Preformen, die jedoch nicht zwingend nach der TFP-Technologie hergestellt sein müssen.

15

Dabei werden die die gewünschten Strukturen aufweisenden Bereiche 22, 24 mittels geeigneter Nähtechnik mit dem Grundmaterial der Preform 10 bzw. mit den vorhandenen Fasern vernäht.

20

## 5 Patentansprüche

### Faserverbundbauteil

- 10 1. Faserverbundbauteil unter Verwendung zumindest einer beanspruchungsgerechte Faserablage aufweisenden TFP-Preform, die mit einem Monomeren und/oder Polymeren versehen, gehärtet und pyrolysiert ist,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass Bereiche der Preform in ihrem Faservolumen und/oder ihrer Faserdichte und/oder  
ihren Faserlängen voneinander abweichen.
- 15 2. Faserverbundbauteil nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass das Faserverbundbauteil aus zwei zusammengesetzten Preformen besteht.
- 20 3. Faserverbundbauteil nach Anspruch 1 oder 2,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Preform gegebenenfalls mit Kernen versehene Aussparungen und/oder Kanäle aufweist.
- 25 4. Faserverbundbauteil nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass das Faserverbundbauteil aus einem Verbund aus zumindest einer Preform und ei-  
nem pyrolysbaren Gelege und/oder Gewebe und/oder Kurzfasern und/oder Filz  
30 und/oder Vlies besteht.

5. Faserverbundbauteil nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass die Preform außenseitig im Wesentlichen Kurzfasern und im Inneren im Wesent-  
lichen Langfasern enthält.
6. Faserverbundbauteil nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass die Preform Rovings mit voneinander abweichender Fadenzahl aufweist.

10

15

20

5 Zusammenfassung

Faserverbundbauteil

- 10 Die Erfindung bezieht sich auf ein Faserverbundbauteil unter Verwendung einer bean- spruchungsgerechte Faserablage aufweisenden TFP-Preform, die mit einem Monomeren und/oder Polymeren versehen, gehärtet und pyrolysiert ist. Damit ein entsprechendes Fa- serverbundbauteil bei geringem herstellungstechnischem Aufwand die gewünschte bela- stungsgerichtete Strukturierung aufweist, wird vorgeschlagen, dass Bereiche der Preform  
15 in ihrem Faservolumen und/oder ihrer Faserdichte und/oder ihren Faserlängen voneinander abweichen. Insbesondere kann das Faserverbundbauteil aus einem Verbund aus zumindest einer Preform und einem pyrolysbaren Gelege und/oder einem Gewebe und/oder Kurz- fasern und/oder Filz und/oder Vlies bestehen, die in Kohlenstoff konvertierbar sind.

20

**BEST AVAILABLE COPY**

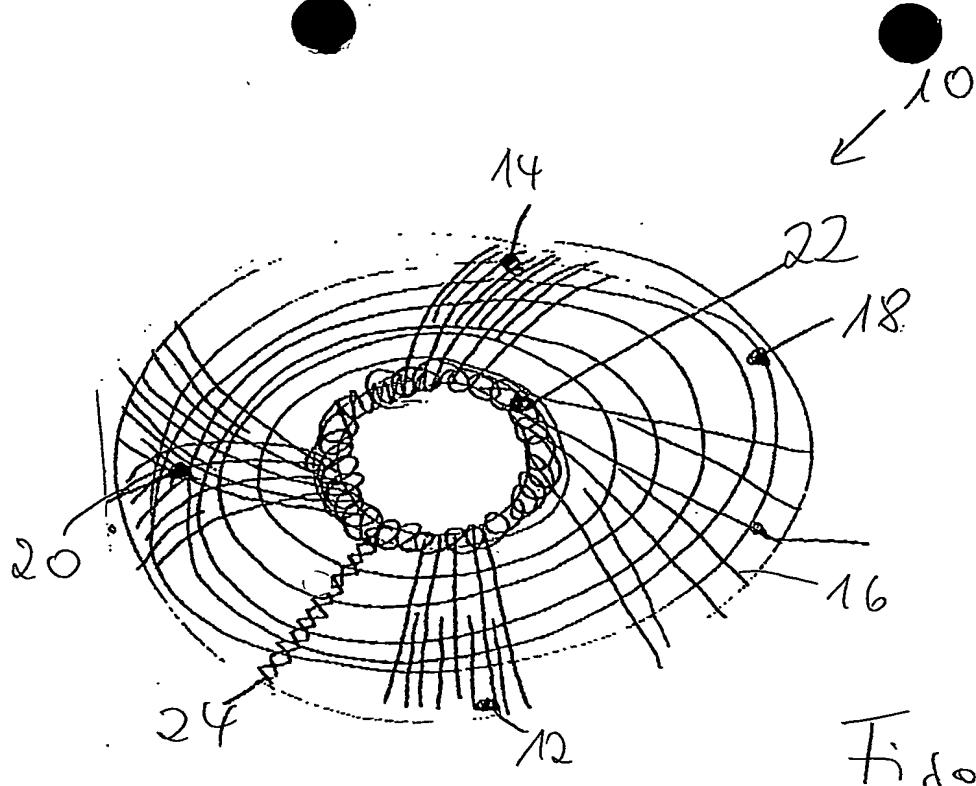


Fig. 1

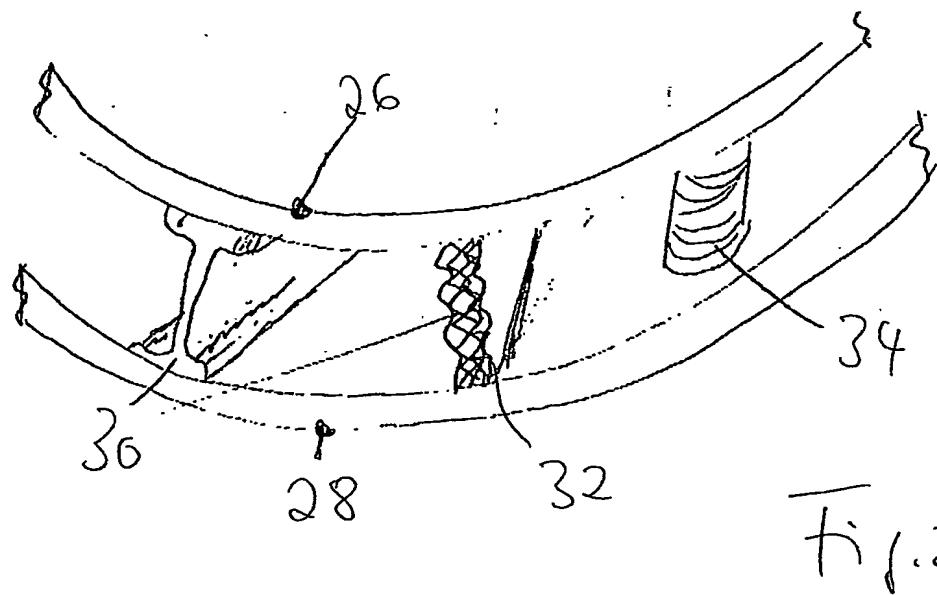


Fig. 2

BEST AVAILABLE COPY